

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO EDUARDO CAVALCANTI BRITO

MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO PICO MARUMBI: FRUGIVORIA E
GERMINAÇÃO DE SEMENTES

CURITIBA
2011

JOÃO EDUARDO CAVALCANTI BRITO

MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO PICO MARUMBI: FRUGIVORIA E
GERMINAÇÃO DE SEMENTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando de Camargo Passos
Coorientador: Dr. João Marcelo Deliberador Miranda

CURITIBA
2011


Termo de aprovação

MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO PICO MARUMBI: FRUGIVORIA E
GERMINAÇÃO DE SEMENTES

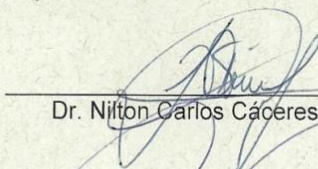
Por

João Eduardo Cavalcanti Brito

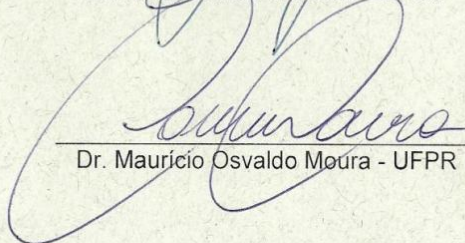
Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



Dr. João Marcelo Deliberador Miranda
Presidente e Coorientador



Dr. Nilton Carlos Cáceres - UFSM



Dr. Maurício Osvaldo Moura - UFPR

Curitiba, 04 de março de 2011.

"A verdade é que não há verdade."

Pablo Neruda

*"A beleza não é uma qualidade inerente às coisas.
Ela existe apenas na mente de quem as contempla."*

David Hume

*"É melhor assinar os papéis, enquanto o planeta
está querendo fazer acordo."*

Stephen Jay Gould

**Esta obra é dedicada a José
Eduardo Isaacson Cavalcanti, *in
memorian*. Com quem pouco
convivi, muito aprendi e mais ainda
me pareço.**

Agradecimentos

Agradeço especialmente a minha família, Mãe, Pai e Tatá, pelo apoio, orgulho e compreensão. A educação e carinho sempre presentes na minha formação foram fundamentais, principalmente pra me tornar um biólogo.

A Karin Juliane, pelo apoio, carinho e paciência. Pela ajuda em todos os momentos, principalmente os mais difíceis. E pela companhia, independente da distância.

Aos amigos que mesmo que com poucas palavras ou atitudes, ou longas conversas madrugada adentro, fizeram a experiência destes dois anos valessem a pena: Lucas Aguiar, “Croto”, Zé, Luana, Polly, Nath, Kika, Marcelo Wada, “Mentira”, Camila, Josias, Gabi Ludwig, Ferdi, Thiago Silvestre, Andreas, “Bauru” (e os amigos da Jardins), André (Gaúcho), Thiago Machado, Leandro Corrêa, Marcão, Igor e Adri, Diego Bilski, Samuca, Everton, Geison.

À CAPES pela bolsa de mestrado concedida de março de 2009 a fevereiro de 2011.

Ao meu orientador Fernando C. Passos pela oportunidade cedida ao aceitar a orientação.

Ao meu co-orientador João M. D. Miranda, pela amizade, ajuda e orientação em diversos momentos no decorrer do mestrado.

Aos parceiros de projeto: João M. D. Miranda e Itiberê P. Bernardi.

Aos parceiros que me ajudaram em campo: Kauê C. Abreu, Thais Zannata (Kika), Igor Soares, Adrielle Soares, Luana Munster, Nathália Kaku-Oliveira, André (Gaúcho), Daniel Mellek, Viviane Motin, Karin Juliane, Céline, Tatiane, Luciana Zago.

Aos parceiros que ajudaram no laboratório: Marcelo Rubio, Viviane Mottin, Kika e Ricardo (Pitanga).

Ao gerente do Parque Estadual do Pico Marumbi: Lothario Horst Stoltz Junior (Kikko). E aos funcionários do Parque, que tão bem nos receberam e ajudaram, na pessoa de Mário Wrobel Sobrinho.

A Gabriela Ludwig, Jana Magali e ao Prof. Ney Moreira, pelas críticas e sugestões.

Ao Diego Bilski e a Karin Juliane, pela leitura e valiosas correções deste trabalho.

Ao José E. Silva-Pereira pela leitura e correção do Abstract.

Aos professores que independente se estivessem em aula ou não sempre passaram valiosos conhecimentos: Emygdio Monteiro-Filho, Walter Boeger, Maurício Moura, Marcio Pie, Claudio Zawadzki.

Aos professores membros da banca pelo pronto aceite: Dr Nilton Caceres, Dr Maurício O. Moura e Dr João M. D. Miranda.

Resumo

O Brasil é possuidor de uma das maiores riquezas de mamíferos do mundo, contando com pouco mais que 650 espécies. Neste grupo a ordem Chiroptera é determinante na diferença entre os padrões de diversidade de mamíferos em regiões tropicais e temperadas. Os morcegos frugívoros são importantes dispersores de sementes. No entanto, a eficiência de dispersão não depende somente da quantidade de sementes, mas também do tratamento que estas recebem. Assim, esse trabalho teve como objetivo identificar, analisar e comparar a comunidade, a dieta de morcegos e a germinação de sementes de infrutescências consumidas por morcegos do Parque Estadual do Pico do Marumbi (PEPM). O PEPM totaliza uma área de 8.745 ha, compreende os municípios de Morretes, Piraquara e Quatro Barras no Estado do Paraná, inserido nos domínios da Floresta Ombrófila Densa Atlântica. Foram realizadas 16 campanhas de campo, utilizando dez redes de neblina abertas por seis horas após o pôr do sol; também foram feitas buscas/capturas de morcegos em abrigos diurnos. Foi registrada a fenologia de quatro espécies vegetais quiropterocóricas, para a criação de um índice mensal de disponibilidade de frutos por espécie. A seletividade de alimento foi definida usando-se o índice de seletividade de Ivlev. Com o esforço de 69.948m²/h, foram realizadas 263 capturas de morcegos, de 19 espécies, pertencentes a três famílias. As espécies mais frequentes por fase de campo foram, em ordem crescente: *Sturnira lilium*, *Carollia perspicillata*, *Anoura caudifer*, *Anoura geoffroyi* e *Myotis nigricans*. Já *Diphylla ecaudata*, *Chrotopterus auritus*, *Trachops cirrosus* e *Molossus rufus* foram capturados em uma fase apenas. Nas amostras fecais foram encontradas sementes pertencentes à família Solanaceae (*Solanum* e *Aureliana*), seguida de Piperaceae (*Piper*), Urticaceae (*Cecropia glaziovii*) e Moraceae (*Ficus*). Através do índice de disponibilidade de frutos, foi possível observar picos de frutificação. Fatores bióticos são as principais causas da variação de padrões de frutificação, refletindo a competição por espécies dispersoras. As famílias vegetais Moraceae, Piperaceae, Solanaceae e Urticaceae são as principais e mais encontradas em trabalhos que abordam a dieta de morcegos frugívoros neotropicais. *S. lilium* teve sua dieta frugívora representada predominantemente por Solanaceae. Por outro lado, *C. perspicillata* consumiu mais Piperaceae. Estas diferenças apresentadas na dieta, com a concentração das espécies de morcegos em diferentes famílias de plantas, podem ser um importante mecanismo de partilha de recursos na natureza, permitindo a co-existência das espécies. Através do cálculo do índice de Ivlev, foi possível observar a importância de *Piper hispidum* na dieta de *C. perspicillata* e

S. lilium. Para *C. perspicillata* é clara a importância de plantas da família Piperaceae, mas para *S. lilium* plantas dessa família representam uma fonte secundária de alimento, visto sua preferência por plantas da família Solanaceae. Foram realizados experimentos de germinação com infrutescência de *P. hispidum* ofertada aos morcegos *S. lilium* e *C. perspicillata*; *C. glaziovii* ofertada a *A. fimbriatus*, *C. perspicillata* e *S. lilium*. As sementes de *P. hispidum*, depois de limpas, germinaram mais que sementes com polpa, confirmando a hipótese que a polpa inibe a germinação das sementes. As sementes limpas de *C. glaziovii* provenientes das fezes de *A. fimbriatus* germinaram mais que *S. lilium*, devido à forte interação mutualística. Com isso, *Artibeus* demonstrou sua importância na dispersão de *Cecropia*. Assim reforça-se aqui a necessidade de mais e maiores esforços de campo no sentido de amostrar a biodiversidade da Serra do Mar. Com base nesses dados que se torna possível elaborar propostas de conservação embasadas em diagnósticos robustos acerca da biodiversidade e interações ecológicas.

Abstract

Brazil has one of the greatest richness of mammal species in the world, with over 650 species. In this group, the order Chiroptera is determining in difference between the patterns of mammalian diversity in tropical and temperate regions. Fruit bats are important seed dispersers. However, the efficiency of dispersal depends not only on the quantity of seeds, but on the treatment they receive. Thus, this study aimed to identify, analyze and compare the community and the diet of bats, in addition to evaluate the germination of seeds from fruits consumed by bats of Parque Estadual do Pico Marumbi (PEPM). The PEPM has 8,745 ha of area, and includes the cities of Morretes, Piraquara, and Quatro Barras in Paraná State, Brazil, belongs in the Atlantic Dense Ombrophilous Forest. In field were performed 16 campaigns, using ten mist nets opened for six hours after sunset; searches were also carried out to catch bats in day roosts. The phenology of four species of chiropterocorous plants was recorded. Furthermore, it was possible to find create a monthly index of fruit availability for each species, the selection of food was defined using the Ivlev selectivity index. With the effort of 69.948m²/h, were caught 263 bats of 19 species belonging to three families. The most frequent species by field stage were *Sturnira lilium*, followed by: *Carollia perspicillata*, *Anoura caudifer*, *Anoura geoffroyi* and *Myotis nigricans*. *Diphylla ecaudata*, *Chrotopterus auritus*, *Molossus rufus* and *Trachops cirrosus* were captured in a single field stage. In feces samples were found seeds belonging to the Solanaceae family (*Solanum* and *Aurelian*), then the Piperaceae (*Piper*), Urticaceae (*Cecropia glaziovii*) and Moraceae (*Ficus*). From the index of fruit availability were observed fruiting peaks. Biotic factors are the main causes of the varying patterns of fruiting, reflecting the competition for disperser species. The plant families Moraceae, Piperaceae, Solanaceae, and Urticaceae are highlighted in studies that analyze the diet of the neotropical fruit bats *S. lilium* had its frugivorous diet mainly represented by Solanaceae. On the other hand, *C. perspicillata* consumed more Piperaceae. These differences presented in the diet, with the concentration of bat species in different families of plants, can be an important mechanism for sharing resources in nature, allowing the co-existence of species. By calculating the index of Ivlev were observed the importance of *Piper hispidum* in the diet of *C. perspicillata* and *S. lilium*. For *C. perspicillata* the importance of plants in the family Piperaceae was clear, but for *S. lilium* plants of this family represent a secondary source of food, given its preference for plants of Solanaceae family. Germination experiments were conducted: with fruits of *P. hispidum* offered to *S. lilium* and *C. perspicillata*; *C. glaziovii* offered to *A. fimbriatus*, *C. perspicillata* and *S. lilium*. The seeds

of *P. hispidum*, once cleaned the seeds germinated more than seeds with pulp, confirming the hypothesis that the pulp inhibits the germination. The clean seeds of *C. glaziovii* from feces of *A. fimbriatus* germinated more than *S. lilium* because of the strong mutualistic interactions. Thus, *Artibeus* demonstrated its importance in the dispersal of *Cecropia*. Therefore, here it is reinforced the need for more and greater efforts in the field in order to sample the biodiversity of the Serra do Mar. From these data it becomes possible to prepare conservation proposals grounded in robust diagnostic about the biodiversity and ecological interactions.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
Área de Estudo.....	4
Referências.....	6
 CAPÍTULO I: MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO PICO MARUMBI.....	11
I. Introdução	11
II. Material e Métodos	13
III. Resultados.....	16
IV. Discussão	21
V. Referências	23
 CAPÍTULO II: FRUGIVORIA EM MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO PICO MARUMBI.....	27
I. Introdução	27
II. Material e Métodos	29
III. Resultados.....	31
IV. Discussão	35
V. Referências	37
 CAPÍTULO III: EFEITO DA FRUGIVORIA DE MORCEGOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES.....	40
I. Introdução	40
II. Material e Métodos	42
III. Resultados.....	44
IV. Discussão	45
V. Referências	47
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
 ANEXO I	53

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui uma das maiores riquezas de mamíferos do mundo (Costa *et al.* 2005) contando com pouco mais do que 650 espécies (Reis *et al.* 2006). Desse total, 69 espécies são consideradas ameaçadas de extinção, sendo que a maior parte das espécies ameaçadas (68,9%) ocorre na Mata Atlântica (Chiarello *et al.* 2008). Isso é reflexo do grande número de espécies presentes do bioma, de sua extensão e do grau de destruição sofrido por ele (Chiarello *et al.* 2008). O relativo desconhecimento da fauna de mamíferos brasileiros fica evidente pelo número de espécies potencialmente ameaçadas (110 espécies), porém com dados insuficientes (DD) para categorizá-la em qualquer categoria de ameaça (Chiarello *et al.* 2008). O Estado do Paraná conta com aproximadamente 182 espécies de mamíferos, sendo 44 destas, ameaçadas de extinção (Braga 2010).

A ordem Chiroptera representa uma significativa proporção da fauna de mamíferos em regiões florestais, constituindo muitas vezes mais de 40% das espécies de mamíferos de uma região (Mills *et al.* 1996). Os morcegos constituem um grupo determinante na diferença entre os padrões de diversidade de mamíferos em regiões tropicais e temperadas (Eisenberg 1981). Ainda assim, esse grupo animal recebeu relativamente pouca atenção dos naturalistas do passado (Kunz e Racey 1998), sendo que nas três últimas décadas foi registrado um enorme avanço nos estudos biológicos, biogeográficos, taxonômicos e filogenéticos enfocando a quiropteroфаuna (Koopman 1993, Nowak 1995, Kalko *et al.* 1996, Kalko 1997, Kunz e Racey 1998, Simmons 2005, Miranda *et al.* 2006).

A Mata Atlântica consta entre os biomas mais ameaçados do mundo, devido a seu elevado número de endemismo e do acelerado processo de destruição em que se encontra (Myers *et al.* 2000, Laurance 2009). Esse bioma sofre com a redução, a transformação e a fragmentação ambiental, restando hoje menos que 10% de sua área original (Fundação SOS

Mata Atlântica 2005). Esses impactos são ligados à expansão da fronteira agrícola e ao crescimento dos grandes centros urbanos instalados na porção Leste do Brasil, onde se encontra tal bioma (Maack 1968, Fonseca 1985). Os Mamíferos estão entre os mais afetados com essa perda ambiental, o que é devido principalmente à falta de grandes porções florestais que possam sustentar uma comunidade clímax (Cullen Jr. *et al.* 2001, Chiarello *et al.* 2008). Além disso, dentre os mamíferos, os quirópteros sofrem direta e indiretamente os efeitos antrópicos a eles submetidos. Isso torna a capacidade de adaptação de cada espécie um importante fator que define a presença de morcegos em zonas urbanas, agrícolas e até mesmo em fragmentos de mata (Bredt e Uieda 1996). O aumento da abundância de algumas espécies mais generalistas e o desaparecimento de outras espécies interfere na ecologia dessas comunidades (Bredt e Uieda 1996).

Na Região Sul do Brasil há um total de 71 espécies de morcegos, distribuídas em sete famílias (Embalonuridae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Furipteridae, Thyropteridae, Vespertilionidae e Molossidae), sendo o Estado do Paraná o maior representante da riqueza de espécies de morcegos, com 65 espécies (Scultori *et al.* 2009, Passos *et al.* 2010). A família Phyllostomidae, (endêmica da Região Neotropical) recebe destaque por apresentar uma grande variedade de hábitos alimentares, podendo se alimentar de: frutos, infrutescências, néctar, pólen, partes florais, folha, artrópodes, anfíbios, répteis, pássaros, pequenos mamíferos e sangue (Fleming *et al.* 1987, Nowak 1995, Simmons 2005).

Os morcegos frugívoros se alimentam de várias espécies de plantas; no Brasil, Fabián *et al.* (2008), em uma revisão, listaram pelo menos 189 espécies vegetais, pertencentes a 44 famílias, utilizadas como alimento por 32 espécies de morcegos filostomídeos. As famílias vegetais que mais se destacam nesta interação são: Araceae, Arecaceae, Anacardiaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Clusiaceae, Urticaceae, Fabaceae, Moraceae, Muntingiaceae, Myrtaceae, Piperaceae, Solanaceae (Janzen *et al.* 1976, August 1981, Fleming *et al.* 1985,

Bizerril e Raw 1998, Godínez-Alvarez e Valiente-Banuet 2000, Passos *et al.* 2003 e Fabián *et al.* 2008). Assim, os morcegos são responsáveis pela dispersão de uma grande quantidade de sementes de plantas pioneiras em áreas abertas e de pastagens (Galindo-González *et al.* 2000).

Os morcegos têm grande importância na formação de bancos de sementes no solo de florestas primárias e no trânsito de sementes de plantas da floresta primária para a secundária (Lobova *et al.* 2003). Morrison (1978) relata a capacidade de *Artibeus jamaicensis* Leach, 1821 em carregar sementes por até 10 km, atuando como importante agente na dinâmica sucessional, podendo ter grande importância para estratégias de regeneração de áreas degradadas e de conservação (Fleming 1986).

A dinâmica da dispersão de sementes influencia os processos de colonização de novos habitats para a manutenção da diversidade, com implicações para a regeneração de sucessão e de conservação (Wang e Smith 2002). Wang e Smith (2002) propuseram um diagrama (Figura 1) explicando como se dá a dispersão de sementes. Este diagrama demonstra quão complexo são os padrões e os processos de dispersão e quantos mecanismos ecológicos estão envolvidos na determinação da distribuição espacial final de uma população de plantas (Mello 2006).

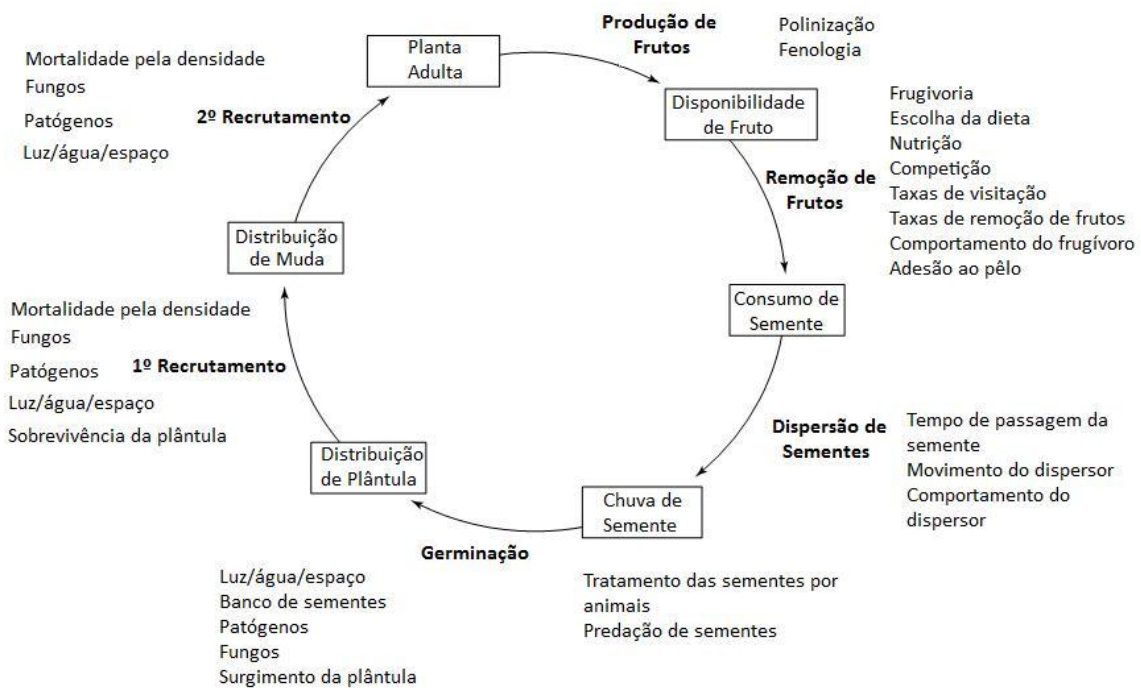


Figura 1. Diagrama do processo de dispersão de sementes, adaptado e traduzido de Wang e Smith (2002). As setas indicam a ordem em que o processo ocorre na natureza.

Área de Estudo

O Parque Estadual do Pico Marumbi (doravante chamado de PEPM), Unidade de Conservação sob responsabilidade do Governo do Estado do Paraná, sob a figura do Instituto Ambiental do Paraná, foi criado pelo Decreto Estadual 7.300 de 24 de setembro de 1990, com aproximadamente 2.342 há. Este Parque está inserido na Área de Proteção Ambiental Estadual da Serra do Mar. Em 02 de outubro de 2007, o Parque foi ampliado, segundo o Decreto Estadual 1.531, totalizando uma área de, aproximadamente, 8.745 ha. Faz parte dos municípios de Morretes, Piraquara e Quatro Barras, entre as coordenadas geográficas 25°24' - 25°31' S e 48°58' - 48°53' W (Figura 2). Está situado no centro da Serra do Mar, entre as Serras da Farinha Seca e da Prata e é geomorfologicamente formado por corpos graníticos do Granito Marumbi e por migmatitos homogêneos e heterogêneos periféricos (SEMA-IAP, 1996).

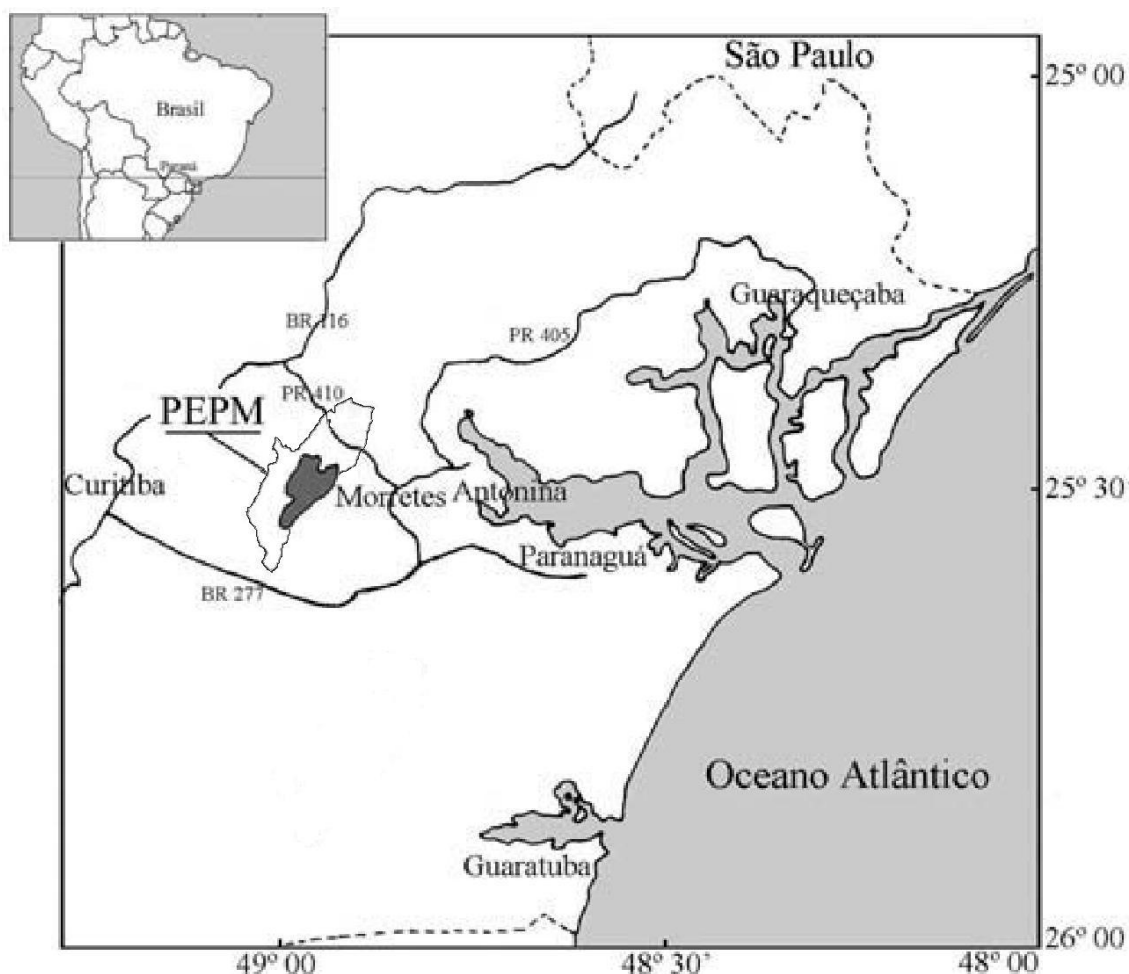


Figura 2. Localização do Estado do Paraná e do Parque Estadual do Pico Marumbi; preenchido em cinza a área anterior à ampliação (modificada de Kaehler et al. 2005).

Adotando os critérios de Veloso *et al.* (1991), o PEPM está inserido nos domínios da floresta ombrófila densa atlântica, apresentando as subformações sub-montana, montana e alto-montana. O clima do PEPM, de acordo com a classificação climática de Köppen, é Cfb - com verões frescos, geadas frequentes e sem estação seca, com a média de temperatura do mês mais quente inferior a 22 °C e do mês mais frio inferior a 18 °C, sem deficiência hídrica (SEMA-IAP, 1996).

Referências

- August, P.V. 1981. Fig fruit consumption and seed dispersal *Artibeus jamaicensis* in the Llanos of Venezuela. *Biotropica*, 13(2): 70-76.
- Bizerril, M.X.A.; Raw, A. 1998. Feeding behaviour of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 14(1): 109-114.
- Braga, F.G. 2010. Mamíferos Ameaçados no Paraná. Curitiba: IAP, 78p.
- Bredt, A.; Uieda, W. 1996. Bats from Urban and rural environments of the Distrito Federal, mid-western Brazil. *Chiroptera Neotropical*, 2(2): 54-57.
- Chiarello A.G., Aguiar, L.M.S.; Cerqueira, R.; Melo, F.R.; Rodrigues, F.H.G.; Silva, V.M.F. 2008. Mamíferos. Em: Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção (Machado ABM, GM Drummond e AP Paglia, eds.). Fundação Biodiversitas. Ministério do Meio Ambiente, Belo Horizonte, 1(2): 1-203.
- Costa, L.P.; Leite, Y.L.R.; Mendes, S.L.; Ditchfield, A.D. 2005. Conservação de mamíferos no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1): 103-108.
- Cullen Jr., L.; Bodmer, E.R.; Valladares-Pádua, C. 2001. Ecological consequences of hunting in Atlantic Forest patches, São Paulo, Brazil. *Oryx* 35: 137-144.
- Eisenberg, J.F. 1981. The mammalian radiations: an analysis of trends in evolution, adaptation, and behavior. Chicago, The University of Chicago Press, 610 p.
- Fabián, M.E.; Rui, A.M.; Waechter, J.L. 2008. Plantas Utilizadas como alimento por Morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae), no Brasil. In: Reis, N.R.; Peracchi, A.L.; Santos, G.A.S.D. (Org.). *Ecologia de Morcegos*. 1 ed. Londrina, 1: 51-70.

- Fleming, T.H.; Williams, C.F.; Bonaccorso, F.J.; Herbst, L.H. 1985. Phenology, seed dispersal, and colonization of *Muntingia calabura*, a Neotropical pioneer tree. *American Journal of Botany*, 72(3): 383-391.
- Fleming, T.H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. pp. 105-118, In: Estrada, A. e T. H. Fleming (eds.), *Frugivores and Seed Dispersal*. Dordrecht, W. Junk Publishers.
- Fleming, T.H.; Breitwisch, R.; Whitesides, G.H. 1987. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 91-109.
- Fonseca, G.A.B. 1985. The vanishing Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* 34: 17-34.
- Fundação SOS Mata Atlântica. 2005. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2000-2005. Fundação SOS Mata Atlântica / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, 157p.
- Galindo-González, J.; Guevara, S.; Sosa, V.J. 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*, 14(6): 1693-1703.
- Godínez-Alvarez, H.; Valiente-Banuet, A. 2000. Fruit-feeding behavior of the bats *Leptonycteris curasoae* and *Choeronycteris mexicana* in flight cage experiments: consequences for dispersal of columnar cactus seeds. *Biotropica*, v. 32, n. 3., p. 552-556,
- Janzen, D.H.; Miller, G.A.; Hackforth-Jones, G.; Pond, M; Hooper, K.; Janos, D.P. 1976. Two Costa Rican bat-generated seed shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). *Ecology*, 57(5): 1068-1075.
- Kaehler, M. ; Varassin, I.G. & Goldenberg, R. 2005. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-montana no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 28 (2) : 219-228.

- Kalko, E.K.V.; Handley, C.O.; Handley, D. 1996. Organization, diversity and long-term dynamics of a Neotropical bat community In: Cody, M.L. & Smallwood, J.A. (Eds.). Long-term studies of vertebrate communities. San Diego, Academic Press, 503-553.
- Kalko, E.K.V. 1997. Diversity in tropical bats In: Ulrich, H. (Ed.). Tropical biodiversity and systematics. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity and Systematics in Tropical Ecosystems. Bonn, 1994. Bonn, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, 13-43.
- Koopman, K. F. 1993. Order Chiroptera. In: Wilson, D.E.; Reeder, D.M. Eds. Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference. 2nd ed., Washington, Smithsonian Institution, 137-241.
- Kunz, T. H.; Racey, P. A. 1998. Bat biology and conservation. Washington, Smithsonian Institution Press, 365 p.
- Laurance, W. 2009. Conserving the hottest of the hotspots. *Biological Conservation* 142:1137.
- Lobova, T.A.; Mori, S.A.; Blanchard, F.; Peckham, H.; Charles-Dominique, P. 2003. *Cecropia* as food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American Journal of Botany*, 90: 388-403.
- Maack, R. 1968. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba, Max Roesner, 350p.
- Mello, M.A.R. 2006. Interações entre o morcego *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas da família Solanaceae. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Mills, D.J.; Norton, T.W.; Parnaby, H.E.; Cunningham, R.B.; Nix, H.A. 1996. Designing surveys for microchiropteran bats in complex forest landscapes – a pilot study from south-east Australia. *Forest Ecology and Management*, 85(1-3): 149-161.

- Miranda, J.M.D.; Bernardi, I.P.; Passos, F.C. 2006. A new species of *Eptesicus* (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae) from the Atlantic Forest Brazil. *Zootaxa* 1383: 57-68.
- Braga, FG;. 2010. Mamíferos Ameaçados no Paraná. Curitiba: IAP, 78p.
- Morrison, D.W. 1978. Influence of habitat on the foraging distance of the fruit bats, *Artibeus jamaicensis*. *Journal of Mammalogy*, 59: 622-624.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853–858.
- Nowak, R.M. 1995. Walker's Mammals of the World. Baltimore, The Johns Hopkins University. Press, 5th ed, 1629 p.
- Passos, F.C.; Silva, W.R.; Pedro, W.A.; Bonin, M.R. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 511-517.
- Passos, F.C.; Miranda, J.M.D.; Bernardi, I.P.; Kaku-Oliveira, N.Y.; Munster, L.C. 2010. Morcegos da Região Sul do Brasil: análise comparativa da riqueza de espécies, novos registros e atualizações nomenclaturais (Mammalia, Chiroptera). *Iheringia* 100(1): 25-34.
- Reis, N.R.; Peracchi, A.L.; Pedro, W.A.; Lima, I.P. 2006. Mamíferos do Brasil. Londrina, 437 p.
- Scultori, C.; Dias, D.; Peracchi, A.L. 2009. Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae, *Lamproncycteris brachyotis* (Dobson, 1879): First record in the state of Paraná, southern Brazil. *Check List* (São Paulo. Online), 5: 872-875.
- SEMA-IAP. 1996. Plano de Manejo do Parque Estadual do Pico Marumbi - PR. Secretaria de Estado do Meio Ambiente-Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba.

- Simmons, N.B. 2005. Order Chiroptera. In: Wilson, D. E.; Reeder, D. M. (Ed.). Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3rd ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 312-529.
- Veloso, H.P.; Rangel-Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 112 p.
- Wang, B.C.; Smith, T.B. 2002. Closing the seed dispersal loop. Trends in Ecology and Evolution, 17(8): 379-385.

CAPÍTULO I: MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO PICO MARUMBI

I. Introdução

Os morcegos representam uma boa fonte de informações para estudos de diversidade, interação e respostas para as alterações do ambiente, tanto pela sua abundância, quanto pelo número de espécies coexistindo em uma mesma área, que representam uma grande riqueza de papéis ecológicos (Bonaccorso 1979, Marinho-Filho 1985, Brosset e Charles-Dominique 1990, Bianconi *et al.* 2004).

Alguns estudos comparam as comunidades de morcegos em ambientes degradados e não degradados, a fim de inferir sobre o uso destes como bioindicadores da qualidade ambiental (Fenton *et al.* 1992, Brosset *et al.* 1996, Wilson *et al.* 1996, Medellín *et al.* 2000, Estrada e Coates-Estrada 2002, Peters *et al.* 2006). Pelo aumento da abundância de algumas espécies, que apresentam maior plasticidade e pelo desaparecimento de outras com plasticidade menor, a estrutura dessas comunidades é afetada, dando aos morcegos o status de indicadores sobre a integridade biológica do ecossistema (Bredt e Uieda 1996).

Os morcegos são afetados de formas diferentes pelos distúrbios antropogênicos de acordo com as associações taxonômicas e/ou guildas tróficas a que pertencem (Fenton *et al.* 1992, Wilson *et al.* 1996, Peters *et al.* 2006). O desmatamento pode afetar a densidade de morcegos insetívoros e outros grupos com hábitos específicos, uma vez que a maior exposição à luz e o aumento de regiões abertas para transpor os tornam mais vulneráveis a predadores (Rydell *et al.* 1996). Os morcegos frugívoros da subfamília Stenodermatinae são geralmente associados a áreas alteradas, onde são encontrados com alta frequência, sendo relacionados à abundância de plantas pioneiras (Lobova *et al.* 2003).

Miretzki (2003) aponta, dentre as três formações florestais paranaenses, a Floresta Ombrófila Densa (FOD) que possui a menor riqueza de morcegos, 62% do total de espécies do Paraná, enquanto a floresta ombrófila mista (FOM) apresenta 68% e a Floresta Estacional (FES) 74%. Porém, quando o número de espécies é comparado ao tamanho da área, a floresta ombrófila densa apresenta a maior riqueza. Os dados de riqueza embasaram o estabelecimento de áreas prioritárias de estudos no Estado do Paraná. Apesar da FOD ser considerada uma região de baixa prioridade de estudos, esta formação apresenta poucos estudos sistematizados em longo prazo, como a Reserva Natural Salto Morato, que registrava apenas cinco espécies (Miretzki 2003); e após um estudo contínuo e sistematizado registrou 25 espécies, sendo algumas primeiro registro para o Estado (Kaku-Oliveira 2010). Com isso, esse trabalho, como o primeiro sistematizado na área, tem como objetivo identificar, analisar, listar e classificar a comunidade de morcegos do PEPM, além de registrar o status de ameaça das espécies.

II. Material e Métodos

Foram realizadas 16 fases de campo com duração de três a cinco dias. A saber, essas fases foram compostas por uma fase piloto em janeiro de 2009 e 15 outras fases mensais compreendidas entre junho de 2009 e agosto de 2010.

Área de Estudo

Todas as coletas de dados foram realizadas na subformação Submontana do PEPM, nas proximidades da sede administrativa do Parque, pertencente ao município de Morretes (mais detalhes na INTRODUÇÃO GERAL).

Coleta de dados

Para a captura de morcegos no PEPM foram utilizados dois conjuntos de estratégias metodológicas complementares: 1) capturas com redes de neblina (Figura 1a); e 2) busca/captura de morcegos em abrigos diurnos (Figura 1b) (ocos de árvores, fendas e cavidades em rochas, forros de casas, paredes duplas, túnel abandonado, galpões, sob pontes e outras cavidades). Além desses métodos de captura, alguns morcegos foram entregues por populares (funcionários do PEPM).

Redes de neblina – As capturas de morcegos com redes de neblina foram realizadas mensalmente, com amostragens de três noites consecutivas. A cada noite foram utilizadas dez redes de neblina (oito redes medindo 7x3m e duas medindo 12x3m) que permaneciam abertas por seis horas após o pôr do sol. As redes foram posicionadas em trilhas previamente abertas, próximas a abrigos diurnos conhecidos e potenciais e/ou próximas a plantas quiropterocóricas. A altura em que as redes foram armadas variou de 0,2 m a 3 m do solo, de forma única ou combinadas. Captura em abrigos – as capturas em abrigos diurnos foram realizadas de forma oportunista, sendo compostas por algumas incursões em abrigos artificiais. Não foram encontrados morcegos em possíveis abrigos naturais.

Os morcegos, depois de capturados, foram mensurados quanto ao antebraço, com paquímetro, e identificados de acordo com as chaves artificiais para a identificação de morcegos propostas por: Laval (1973), Vizzoto e Taddei (1973), Taddei *et al.* (1998), Barquez *et al.* (1999) e Rui *et al.* (1999). No entanto, foram coletados alguns espécimes de material testemunho e alguns espécimes que não era possível a identificação em campo (Anexo I).

Depois de identificados os morcegos foram anilhados e soltos. As anilhas utilizadas para a marcação dos morcegos eram em formato de ômega e apresentavam duas linhas com as seguintes inscrições: 1ª linha: “UFPR ZOOL”, referente ao Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná e 2ª linha: P ou G 00000, referentes ao tamanho de anilha utilizado e à numeração atribuída ao indivíduo.



Figura 1. Metodologias aplicadas nesse estudo: (a) rede de neblina e (b) incursão a abrigo diurno.

Análise de Dados

O esforço da amostragem foi calculado com base na proposta de Straube e Bianconi (2002), que consiste na multiplicação simples da área de cada rede pelo tempo de exposição, multiplicado também pelo número de repetições e, por fim, pelo número de redes.

O número cumulativo de espécies foi obtido pelo cálculo de uma curva de rarefação. Também foi calculado o número esperado de espécies, pelo estimador Bootstrap, ambos calculados através do software PAST® (Hammer *et al.* 2001).

III. Resultados

O esforço total para a captura de morcegos no PEPM foi dividido em três etapas, uma fase piloto e 15 fases de campo mensais sistematizadas e alguns dias de esforços extras (Tabela 1).

Tabela 1. Esforços de campo com redes de neblina, divididos por etapa do trabalho.

Etapa	Período	Esforço
Fase piloto	Jan/2009	2.016m ² /h
15 Fases sistematizadas	Jun/2009-Ago/2010	64.800m ² /h
Esforços extras	Set/2009 e Mai/2010	3.132m ² /h
Total	-	69.948m²/h

Antes do início desse trabalho a literatura disponível já indicava uma lista de oito espécies de morcegos como ocorrentes no PEPM: *Chrotopterus auritus* (Peters, 1856), *Anoura caudifer* (É. Geoffroy, 1818), *A. geoffroyi* Gray, 1838, *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), *Artibeus obscurus* Schiinz, 1821, *Pygoderma bilabiatum* (Wagner, 1843), *Sturnira lilium* (É. Geoffroy, 1810) e *Eptesicus furinalis* (d'Orbygni & Gervais, 1847) (Miretzki 2003, Kaehler *et al.* 2005). Com o esforço desse trabalho foram realizadas 263 (247 indivíduos e 16 recapturas) capturas de morcegos, sendo registradas 19 espécies de morcegos, pertencentes a três famílias, totalizando assim 20 espécies como ocorrentes no PEPM (Tabela 2). Apenas *Pygoderma bilabiatum* foi considerada para lista do PEPM por ocasião do registro de Kaehler *et al.* (2005) e não foi registrada no presente trabalho, as outras sete espécies previamente citadas foram contempladas pelo presente projeto. O estimador de riqueza de *Bootstrap* estimou um número médio de 20,79 espécies em 263 capturas, indicando que o número de espécies capturadas aproximou-se desta estimativa.

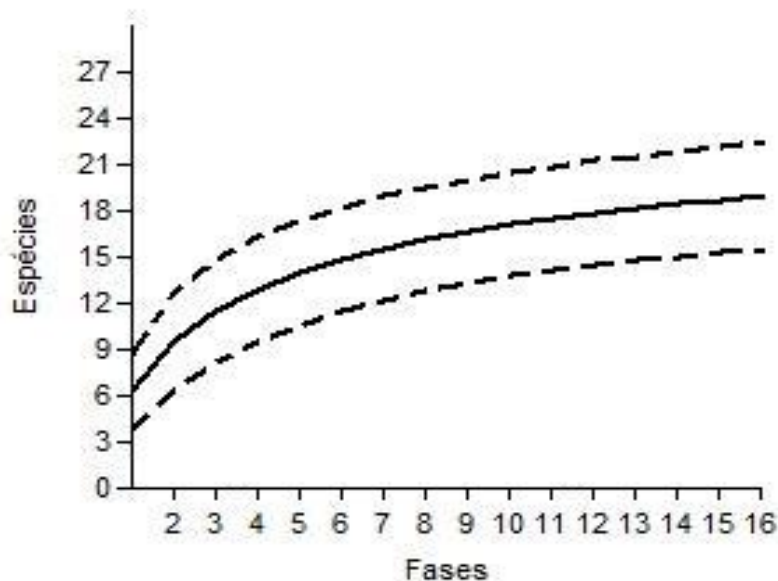


Figura 2. Curva de rarefação das espécies registradas no Parque Estadual do Pico Marumbi (Intervalo de confiança de 95%).

A espécie mais abundante foi *Sturnira lilium* seguida por *Carollia perspicillata* com, respectivamente, 25,1% e 16,6% do total de capturas. Essas espécies foram seguidas por *Myotis nigricans* (Schinz, 1821) (9,7%), *Anoura caudifer* (8,5%), *Molossus molossus* (Pallas, 1766) (8,5%), *Anoura geoffroyi* (8,1%) e *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) (5,3%). Cada uma das outras 11 espécies foram representadas com menos de 5% do total de capturas (Figura 3).

As espécies mais frequentes por fase de campo foram *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Molossus molossus* sendo registradas em 92,3% das fases de campo. Essas espécies foram seguidas por: *Anoura caudifer* (84,6%), *Myotis nigricans* (76,9%), *Anoura geoffroyi* (76,9%). As demais espécies estiveram presentes em menos que 50% das fases de campo. Merecem destaque também as seguintes espécies por terem sido registradas em apenas uma

fase de campo: *Diphylla ecaudata*, *Chrotopterus auritus*, *Trachops cirrosus* e *Molossus rufus* (Figura 5).

Tabela 2. Morcegos registrados no Parque Estadual do Pico Marumbi, Município de Morretes, PR. Espécie, seguida de seu hábito alimentar, sua abundância relativa, sua frequência relativa nas fases de campo e seu Status de conservação no Brasil e no Paraná (segundo Chiarello *et al.* 2008 e Miranda *et al.* 2010, respectivamente).

Espécie	Hábito Alimentar	Abundância Relativa	Frequência Relativa	Status de Conservação Nacional/Estadual
Família Phyllostomidae				
Subfamília Carolliinae				
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	Frugívoro/ Insetívoro	16,6%	75,0%	-/LC
Subfamília Desmodontinae				
<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	Hematófago	1,6%	6,3%	DD/VU
Subfamília Glossophaginae				
<i>Anoura caudifer</i> (E. Geoffroy, 1818)	Nectarívoro/P alinívoro	8,5%	75,0%	-/LC
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	Nectarívoro/P alinívoro	8,1%	62,5%	-/LC
Subfamília Phyllostominae				
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	Carnívoro	0,4%	6,3%	-/LC
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	Carnívoro	0,8%	6,3%	-/VU
Subfamília Stenodermatinae				
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	Frugívoro	2,8%	43,8%	-/LC
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	Frugívoro	0,8%	12,5%	-/LC
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	Frugívoro	1,6%	25,0%	-/LC
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	Frugívoro	1,2%	18,8%	VU/VU
<i>Sturnira lillium</i> (É. Geoffroy, 1810)	Frugívoro	25,1%	81,3%	-/NT
<i>Sturnira tildae</i> de La Torre, 1959	Frugívoro	4,0%	43,8%	DD/VU
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	Frugívoro	-	-	-/LC
Famílias Molossidae				
<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	Insetívoro	8,5%	37,5%	-/LC
<i>Molossus rufus</i> E. Geoffroy, 1805	Insetívoro	0,4%	6,3%	-/LC
<i>Tadarida brasiliensis</i> (I. Geoffroy, 1824)	Insetívoro	5,3%	25,0%	-/LC
Família Vespertilionidae				
<i>Eptesicus diminutus</i> Osgood, 1915	Insetívoro	2,0%	12,5%	-/LC
<i>Eptesicus furinalis</i> (d'Orbigny & Gervais, 1847)	Insetívoro	1,2%	12,5%	-/LC
<i>Myotis levis</i> (I. Geoffroy, 1824)	Insetívoro	1,2%	18,8%	-/LC
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	Insetívoro	9,7%	56,3%	-/LC

Nota: LC = Risco menor, VU = Vulnerável, DD = Dados insuficientes e NT = Quase ameaçada.

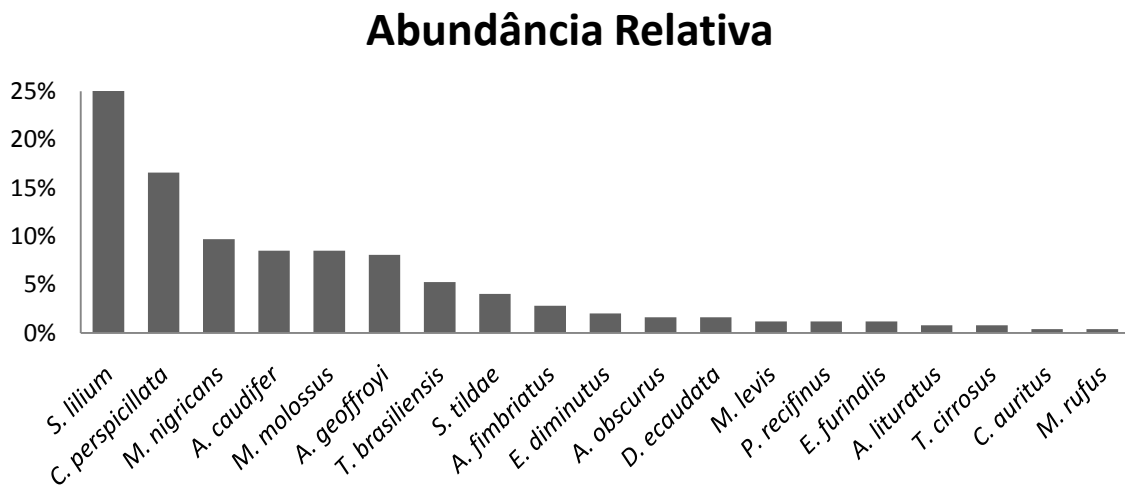


Figura 3. Abundância relativa das espécies registradas no Parque Estadual do Pico Marumbi.

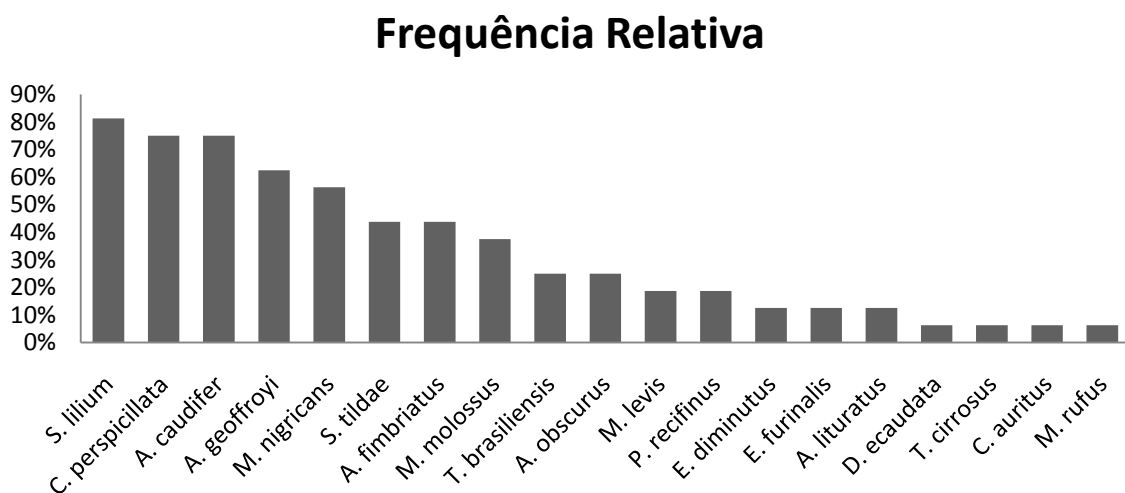


Figura 4. Frequência relativa da ocorrência das espécies de morcegos por fase de campo no Parque Estadual do Pico Marumbi.

Quanto aos hábitos alimentares essas espécies podem ser divididas nas seguintes categorias: hematófagos (uma espécie), nectarívoros/palinívoros (duas espécies), carnívoros (duas espécies), frugívoros (oito espécies) e insetívoros (sete espécies) (Tabela 2). Através da abundância dos morcegos do PEPM, a comunidade foi representada em 52% por animais

frugívoros, 28% de insetívoros, 17% de nectarívoros, 2% por hematófagos e 1% por animais de hábitos carnívoros.

IV. Discussão

As análises da curva de acumulação de espécie e do estimador de riqueza indicam que o esforço amostral foi suficiente esforço para amostrar a comunidade de morcegos dessa Unidade de Conservação. Além disso, todo o esforço não sistematizado anteriormente realizado no PEPM (Miretzki 2003, Kaehler *et al.* 2005) aponta somente uma espécie não registrada no presente trabalho.

As 20 espécies amostradas fazem do PEPM uma área relativamente rica em espécies de morcegos, representando 54% das espécies assinaladas para toda a floresta ombrófila densa do Estado do Paraná (Miretzki 2003, Scultori *et al.* 2009b, Passos *et al.* 2010).

Das 20 espécies registradas, quatro são regionalmente ameaçadas de extinção e uma é potencialmente ameaçada, porém com dados insuficientes para serem alocadas em alguma categoria de ameaça no Estado do Paraná (Miranda *et al.* 2010).

Chrotopterus auritus e *Trachops cirrhosus*, morcegos da subfamília Phyllostominae, são espécies predadoras e têm uma maior exigência espacial em relação a outros morcegos com hábitos alimentares diferentes (Nogueira *et al.* 2007). Assim sendo, eles geralmente podem ser considerados bons indicadores de qualidade ambiental (Wilson *et al.* 1996). Além disso, o presente registro de *T. cirrhosus* representa o limite sul de sua distribuição conhecida (Passos *et al.* 2010). A presença dessas espécies pode indicar um ambiente de qualidade que possui uma comunidade de espécies presa que sustentam a população desses predadores. *Platyrrhinus recifinus*, registrado recentemente para o Estado do Paraná, contava com apenas duas localidades de ocorrência, no Morro da Mina em Antonina (Scultori *et al.* 2009a) e na RPPN Salto Morato em Guaraqueçaba (Passos *et al.* 2010). Dessa forma o PEPM torna-se a localidade mais setentrional com ocorrência da espécie (Passos *et al.* 2010).

Assim reforça-se aqui a necessidade de mais e maiores esforços de campo no sentido de amostrar a biodiversidade da Serra do Mar, bem como dar crescimento às coleções científicas

como sugerido por Reeder *et al.* (2007). É importante destacar que é com base nesses dados que se torna possível elaborar propostas de conservação embasadas em diagnósticos robustos acerca da biodiversidade (Mace e Lande 1991, IUCN 2001).

V. Referências

- Barquez, R.M.; Mares, M.A. e Braun, J.K. 1999. The Bats of Argentina. Lubbock: Special Publications of the Museum of Texas Tech University, 42: 1-275.
- Bredt, A. e Uieda, W. 1996. Bats from Urban and rural environments of the Distrito Federal, mid-western Brazil. *Chiroptera Neotropical*, 2(2): 54-57.
- Bianconi, G.V.; Mikich, S.B.; Pedro, W.A. 2004. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4): 943-954.
- Bonaccorso, F.J . 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bull. Fla. St. Mus. Biol. Sci.* 24(4): 359-408.
- Brosset, A.; Charles-Dominique, P. 1990. The bats from French Guiana: a taxonomic, faunistic and ecological approach. *Mammalia* 54(4): 509-560.
- Brosset, A.; Charles-Dominique, P.; Cockle, A.; Cosson, J.F.; Masson, D. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology* 74: 1974-1982.
- Chiarello, A.G.; Aguiar, L.M.S.; Cerqueira, R.; Melo, F.R.; Rodrigues, F.H.G.; Silva, V.M.F. 2008. Mamíferos. Em: Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção (Machado ABM, GM Drummond e AP Paglia, eds.). Fundação Biodiversitas. Ministério do Meio Ambiente, Belo Horizonte, 1(2): 1-203.
- Estrada, A. e Coates-Estrada, R. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in the agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*, 103: 237-245.

- Fenton, M.B.; Acharya, L. ; D. Audet, D.; Hickey, M.B.C.; Merriman, C.; Obrist, M.K.; Syme, D.M. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24 (3): 440-446.
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.T.; Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 30p.
- Kaehler, M. ; Varassin, I.G. & Goldenberg, R. 2005. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-montana no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 28 (2) : 219-228.
- Kaku-Oliveira, N.Y. 2010. Estrutura de comunidade, reprodução e dinâmica populacional de Morcegos (Mammalia, Chiroptera) na Reserva Natural Do Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Laval, R. 1973. A revision of the Neotropical bats of the genus *Myotis*. *Natural History Museum*, 15: 1-54.
- Lobova, T.A.; Mori, S.A.; Blanchard, F.; Peckham, H.; Charles-Dominique, P. 2003. *Cecropia* as food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American Journal of Botany*, 90: 388-403.
- Mace, G. M. e Lande, R. 1991. Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. *Conservation Biology* 5: 148–157.
- Marinho-Filho, J.M. 1985. Padrões de atividade e utilização de recursos alimentares por seis espécies de morcegos filostomídeos na Serra do Japi. Tese de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas. 78p.

- Medellín, R.A.; M. Equihua; M.A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforest. *Conservation Biology*, 14: 1666-1675.
- Miranda, J.M.D.; Bernardi, I.P., Passos, F.C.; Scultori, C.; Lima, I.P. 2010. Morcegos. In: Braga, FG; Vidolin, GP. (Org.). *Mamíferos Ameaçados no Paraná*. Curitiba: IAP, 30-48.
- Miretzki, M. 2003. Morcegos do Estado do Paraná, Brasil (Mammalia, Chiroptera): riqueza de espécies, distribuição e síntese do conhecimento atual. *Papéis Avulsos de Zoologia* 43(6): 101-138.
- Nogueira, M.R.; Peracchi, A.L. & Moratelli, R. 2007. Subfamília Phyllostominae, p.61-97. In: Reis, N.R.; Peracchi, A.L.; Pedro, W.A. & Lima, I.P. (Eds.). *Morcegos do Brasil*. N. R. Reis, Londrina, 253p.
- Passos, F.C.; Miranda, J.M.D.; Bernardi, I.P.; Kaku-Oliveira, N.Y.; Munster, L.C. 2010. Morcegos da Região Sul do Brasil: análise comparativa da riqueza de espécies, novos registros e atualizações nomenclaturais (Mammalia, Chiroptera). *Iheringia* 100(1): 25-34.
- Peters, S.L.; Malcolm, J.R.; Zimmerman, A.B.L. 2006. Effects of selective logging on bat communities in the southeastern Amazon. *Conservation Biology*, 20(5): 1410-1421.
- Reeder, D.M.; Helgen, K.M. & Wilson, D.E. 2007. Global trends and biases in new mammal species discoveries. *Occasional Papers. Museum of Texas Tech University* 269: 1-36.
- Rui, A.M.; Fabian, M.E. & Menegheti, J.O. 1999. Geographical distribution and morphological analysis of *Artibeus lituratus* Olfers and *Artibeus fimbriatus* Gray (Chiroptera, Phyllostomidae) in Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(2): 447-460.
- Rydell, J.; A. Entwistle; P.A. Racey. 1996. Timing of foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. *Oikos*, 76: 243-252.

- Scultori, C.; Dias, D.; Peracchi, A.L. 2009a. Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae, *Platyrrhinus recifinus*: first record in the state of Paraná, Southern Brazil. Check List 5: 238-242.
- Scultori, C.; Dias, D.; Peracchi, A.L. 2009b. Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae, *Lamproncycteris brachyotis* (Dobson, 1879): First record in the state of Paraná, southern Brazil. Check List (São Paulo. Online), 5: 872-875.
- Straube, F.C. e Bianconi, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes de neblina. Chiroptera Neotropical 8 (1-2): 150-152.
- Taddei, V. A.; Nobile, C. A.; Morielle-Versute, E. 1998. Distribuição geográfica e análise morfométrica comparativa em *Artibeus obscurus* (Schinz, 1821) e *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838 (MAMMALIA, CHIROPTERA, PHYLLOSTOMIDAE). Ensaios e ciência, 2(2): 71-127.
- Vizzoto, L. D. e Taddei, V. A. 1973. Chave para a determinação de quirópteros brasileiros. Publicação da faculdade de Filosofia, Ciências e letras de São José do Rio Preto, 72 p.
- Wilson, D.E.; Ascorra, C.F.; Solari-T., S. 1996. Bats as indicators of habitat disturbance, p.613-625. In: Wilson, D.E. & Sandoval, A. (Eds.). Manu: the biodiversity of southeastern Peru. Smithsonian Institution Press, Washington DC.

CAPÍTULO II: FRUGIVORIA EM MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO PICO MARUMBI

I. Introdução

Nas florestas tropicais muitas plantas dependem dos animais para a dispersão de suas sementes, sendo o fruto um importante alimento para muitos deles (Herrera 1985). Os morcegos frugívoros, junto com as aves, são responsáveis por uma grande quantidade de dispersão de sementes nestes ambientes. Ambos os grupos podem gerar cerca de 80% da chuva de sementes em algumas localidades neotropicais (Galindo-González et al. 2000).

A fitofagia dos morcegos neotropicais pode ser dividida em cinco categorias: frugivoria, nectarivoria, polinivoria, folivoria (Fleming 1982) e granivoria (Nogueira e Peracchi 2002). A frugivoria é muito difundida entre mamíferos e aves, por consumirem o fruto de mais de 75% das espécies de árvores tropicais (Howe e Smallwood 1982). A maioria dos morcegos filostomídeos é frugívora em diferentes graus, sendo o fruto sua fonte nutritiva principal, secundária ou até esporádica (Fleming 1982), constituindo uma parcela considerável das comunidades de morcegos em ambientes neotropicais (Emmons e Feer 1997).

Galindo-González (1998) comenta que morcegos da subfamília Stenodermatinae são essenciais para uma rápida sucessão secundária em áreas abertas desmatadas. Assim, a ecologia alimentar de morcegos fornece informações extremamente úteis para o entendimento dos mecanismos de partilha de recursos que regulam as relações tróficas, responsáveis pela alta diversidade deste grupo nas regiões tropicais (Heithaus *et al.* 1975, Terborgh 1986, Marinho-Filho 1991, Muller e Reis 1992, Willig *et al.* 1993, Pedro e Taddei 1997).

Exemplos clássicos de frutos quiropterocóricos são os das famílias Piperaceae, Solanaceae, Cecropiaceae e Moraceae. Plantas do gênero *Piper* (Piperaceae) apresentam uma forte interação ecológica, em diferentes níveis tróficos, com muitos animais (Letourneau 2004), incluindo dispersores de sementes como morcegos do gênero *Carollia* (Fleming 1988). O gênero *Piper* tem distribuição pantropical com mais de 1000 espécies, e tem sua maior riqueza na região Neotropical, onde ocorrem dois terços das espécies. Segundo Fábian *et al.* (2008) 12 espécies de morcegos se alimentam de infrutescência de Piperaceae. Quanto à família Solanaceae há diversos registros de consumo de seus frutos por morcegos na literatura, sendo que esta família é apontada como o alimento principal dos morcegos do gênero *Sturnira* na maioria das localidades estudadas (Geiselman *et al.* 2002). Outro gênero importante é *Cecropia* (Urticaceae) que é comum na Região Neotropical (Berg 1978). Um total de 93% das espécies de *Cecropia* são zoocóricas (Prevost 1983). Doze gêneros e 32 espécies de morcegos utilizam quinze espécies de *Cecropia* como alimento (Lobova *et al.* 2003). A importância de várias espécies do gênero *Ficus* é destacada na alimentação de morcegos da família Phyllostomidae, sendo *Ficus insipida* Willd. um dos principais itens na dieta de *Artibeus jamaicensis* Leach, 1821 e de outras espécies de morcegos de grande porte na América Central (Morrison 1978, Bonaccorso 1979).

Dada a importância destes frutos na dieta de morcegos, este trabalho tem o objetivo de analisar a dieta dos morcegos frugívoros através da identificação das espécies vegetais consumidas e comparar a dieta dos morcegos frugívoros do PEPM com a de outras áreas, disponíveis na literatura. Assim como, descobrir épocas de frutificação das principais famílias quiropterocóricas e correlacioná-las com a abundância dos morcegos.

II. Material e Métodos

Área de Estudo

Todas as coletas de dados foram realizadas na subformação Submontana do PEPM, nas proximidades da sede administrativa do Parque, pertencente ao município de Morretes (mais detalhes na INTRODUÇÃO GERAL).

Coleta de Dados

As capturas de morcegos com redes de neblina foram realizadas mensalmente. Foram amostradas três noites consecutivas e a cada noite foram utilizadas dez redes de neblina (oito redes medindo 7x3m e duas medindo 12x3m) que permaneciam abertas por seis horas após o pôr do sol. As redes foram posicionadas em trilhas previamente abertas, próximas de abrigos diurnos e de plantas quiropterocóricas. Sob as redes de neblina foram colocadas lonas plásticas transparentes (80 cm de largura) com o objetivo de coletar fezes dos morcegos capturados, pois estes comumente defecam no momento de sua captura ou mesmo durante a manipulação de sua retirada da rede (Passos e Silva 2003).

Os morcegos capturados, depois de retirados da rede, foram acondicionados em sacos de algodão e foram submetidos à identificação e tomada de medidas como exposto no CAPÍTULO I. As amostras fecais puderam ser coletadas sobre a lona plástica, dentro do saco de pano ou mesmo sobre o corpo dos morcegos. Essas amostras foram colocadas em pequenos tubos plásticos (Eppendorf®) com álcool a 70%. As amostras foram limpas com peneira e água corrente e secas para armazenamento. A identificação das sementes ocorreu por comparação de material em carpotecas e com auxílio de exsicatas coletadas de potenciais fontes alimentares na área de estudo. É importante salientar que apenas frutos com sementes pequenas, capazes de atravessar o trato digestório dos morcegos, foram obtidos através do uso dessa metodologia.

No PEPM foram marcados dez indivíduos de diferentes espécies vegetais quiropterocóricas, para registro da fenologia dessas espécies. Da Família Piperaceae: *Piper cernum* Vell., *Piper hispidum* Sw. e *Piper mosenii* C.DC.; da Família Urticaceae: *Cecropia glaziovii* Snethl. Os dez indivíduos de cada espécie eram vistoriados mensalmente e classificados conforme a presença e quantidade de inflorescência e/ou infrutescência (pouco, intermediário e muito).

Análise dos Dados

Com a descrição da fenologia, foi possível criar um índice mensal de disponibilidade de frutos por espécie. Para este índice os indivíduos foram categorizados, segundo a condição reprodutiva, em vegetativo, broto, (pouco, intermediário e muito) inflorescência, (pouco, intermediário e muito) infrutescência e para cada categoria foi estipulado um valor sendo, respectivamente, 0 - 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 8 - 9 - 10 . Este índice foi correlacionado com a abundância mensal das espécies de morcegos mais abundantes.

A seletividade de alimento foi definida, comparando-se a disponibilidade (A) e a utilização (U), usando-se o índice de seletividade de Ivlev (1961), calculado como: índice de seletividade = $(U-A)/(U+A)$, para as espécies de morcegos mais abundantes: *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*. O índice varia de 1, para a completa seleção pelo fruto, até -1, para a não utilização do fruto na dieta.

III. Resultados

Foram realizadas 15 campanhas de campo com a duração de três a cinco dias. Essas fases foram compostas por duas fases piloto em julho e agosto de 2009 e 12 outras fases mensais compreendidas entre setembro de 2009 e agosto de 2010, com o esforço de 60.480 m²/h. Neste período foi capturado um total de 203 morcegos, pertencentes a 17 espécies, destas, sete apresentam o hábito alimentar frugívoro, totalizando 113 indivíduos com este hábito alimentar (55,7%). Com isto, neste estudo, os morcegos frugívoros tiveram a maior riqueza de espécies e foram também os mais abundantes.

Dos 113 morcegos frugívoros capturados, foram obtidas 96 amostras de fezes, e destas amostras 75 possuíam sementes, 21 continham material vegetal não identificável e 10 fragmentos não identificados de artrópodes. A maioria das sementes foi identificada ao nível específico. As espécies de morcegos que apresentaram sementes nas fezes foram: *S. lilium*, com 36 amostras (48,6%), *C. perspicillata*, com 25 amostras (33,8%), *S. tildae*, com seis amostras (8,1%), *A. fimbriatus*, com três amostras (4,0%), *A. obsucurus* e *P. recifinus*, com duas amostras cada (2,7%). Juntas, as espécies mais abundantes, *S. lilium* e *C. perspicillata* representaram mais de 80% das amostras de fezes.

Nas 75 amostras fecais com sementes, foram encontradas sementes de 16 morfotipos vegetais, dos quais 12 foram identificados no nível específico e uma no nível genérico (Tabela 1). Estes 13 morfotipos identificados são representados por quatro famílias vegetais: Moraceae, Piperaceae, Solanaceae e Urticaceae. A espécie mais abundante de morcego, *S. lilium*, teve sua dieta representada predominantemente por Solanaceae. Por outro lado, *C. perspicillata* consumiu mais Piperaceae (Figura 1).

Tabela 1. Número de sementes nas amostras fecais dos morcegos do PEPM. (Cp) *Carollia perspicillata*, (Af) *Artibeus fimbriatus*, (Ao) *A. obscurus*, (Pr) *Platyrrhinus recifinus*, (Sl) *Sturnira lilium*, (St) *Sturnira tildae*.

Itens Alimentares	Espécies de Morcegos						Total
	Cp	Af	Ao	Pr	Sl	St	
Moraceae							
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth e C.D.Bouché	1						1
<i>Ficus insípida.</i>		1			1		2
<i>Ficus luschnachiana</i> (Miq.) Miq.				1			1
<i>Ficus organensis</i> (Miq.) Miq.	1						1
Piperaceae							
<i>Piper hispidum</i>	7				7	3	17
<i>Piper mosenii</i>	2				1		3
<i>Piper reitzii</i>	1						1
<i>Piper</i> sp.	2						2
Solanaceae							
<i>Aureliana wettsteiniana</i> (Witasek) Hunz. e Barboza					5		5
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	7		1		13	2	23
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1						1
<i>Solanum scuticum</i> M.Nee		1			13	1	15
Urticaceae							
<i>Cecropia glaziovii</i>	1	1	2	1	5		10
Famílias Indeterminadas							
Morfotipo 1	5						5
Morfotipo 2	5					1	6
Morfotipo 3	1						1
Artrópodes	6	2		1	1		10
Total	40	5	3	3	46	7	104

Os frutos mais encontrados na dieta dos morcegos foram da família Solanaceae, representada pelos gêneros *Solanum* e *Aureliana*, com 44 ocorrências nas fezes (46,8%), seguida da família Piperaceae, representada pelo gênero *Piper*, com 23 ocorrências (24,5%). A família Urticaceae foi representada pela espécie *Cecropia glaziovii*, com dez ocorrências

(10,6%), a família Moraceae teve três amostras (4,0%) com sementes de plantas do gênero *Ficus*. Mais 12 ocorrências (12,2%) foram de sementes de famílias não identificadas.

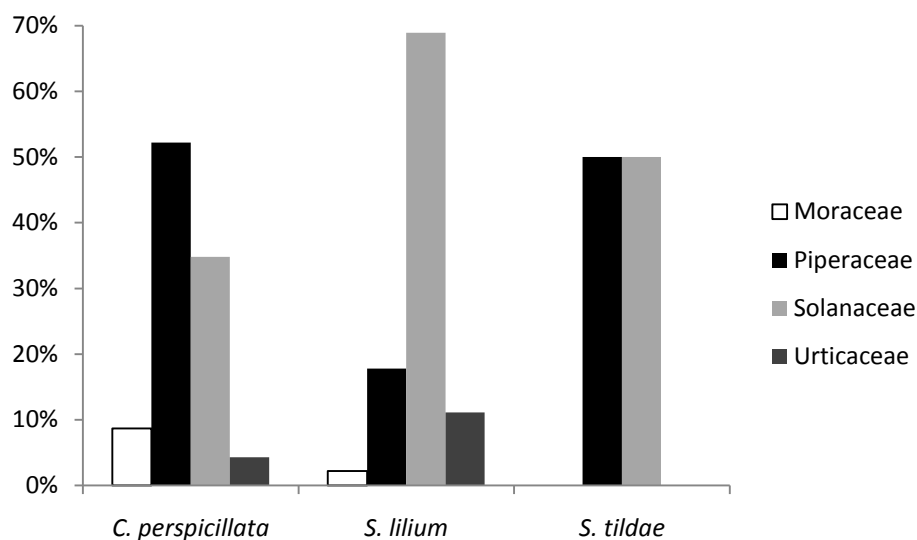


Figura 1. Frequência de ocorrência (%) de diferentes famílias vegetais nas amostras fecais encontradas em *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Sturnira tildae*.

Através do índice de disponibilidade de frutos, foi possível observar picos de frutificação das plantas acompanhadas (Figura 2). *Cecropia glaziovii* apresentou um pico de frutificação em março de 2010 que persistiu até junho do mesmo ano. *Piper hispidum* teve seu pico em fevereiro de 2010. Já *P. mosenii* e *P. reitzii* apresentaram seus picos em novembro de 2009. Não houve correlação significativa entre o índice de disponibilidade de fruto das quatro espécies vegetais com a abundância de *C. perspicillata*, *S. lilium* e *S. tildae*. Porém, para *C. perspicillata* e *S. lilium* a maior correlação foi com *C. glaziovii* (respectivamente $r = 0,407$ e $r = 0,458$). Já *S. tildae* teve maior correlação com *P. hispidum* ($r = 0,616$).

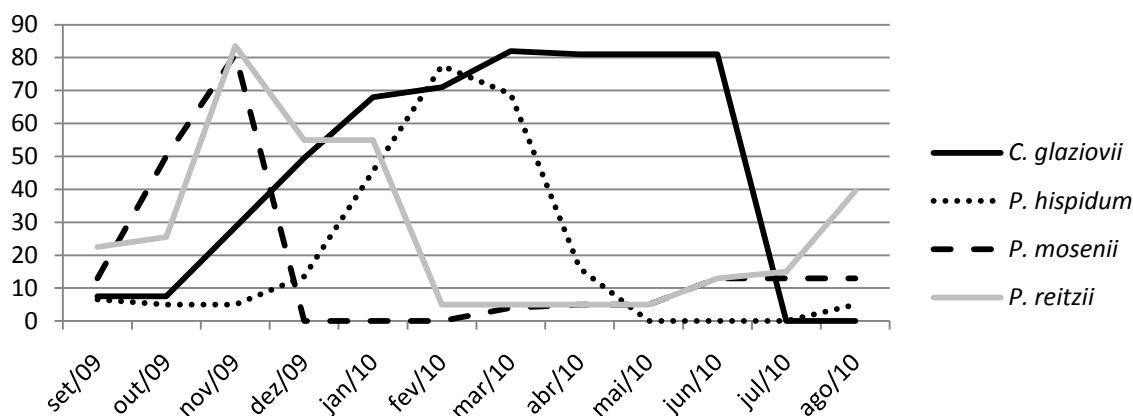


Figura 2. Variações dos índices de disponibilidade de fruto de *Cecropia glaziovii*, *Piper hispidum*, *Piper mosenii*, *Piper reitzii*, acompanhadas no Parque Estadual do Pico Marumbi.

Com o cálculo do índice de seletividade de Ivlev, foi possível observar uma maior seleção de *P. hispidum* por *C. perspicillata* e *S. lilium*, apesar de sua baixa disponibilidade(18,3%). Ambas espécies de morcegos se alimentaram bastante dela (respectivamente 63,6% e 53,8%) (Tabelas 2).

Tabela 2. Disponibilidade e seleção de infrutescências por *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* no Parque Estadual do Pico Marumbi.

Espécies de Morcegos	Espécie Vegetal	(A) Proporção de disponibilidade (%)	(U) Proporção das plantas nas fezes dos morcegos	Índice de seletividade de Ivlev
<i>Carollia perspicillata</i>	<i>Cecropia glaziovii</i>	42,01	9,09	-0,644
	<i>Piper mosenii</i>	14,86	18,18	0,101
	<i>Piper hispidum</i>	18,33	63,64	0,553
	<i>Piper reitzii</i>	24,81	9,09	-0,467
<i>Sturnira lilium</i>	<i>Cecropia glaziovii</i>	42,01	38,46	-0,044
	<i>Piper mosenii</i>	14,86	7,69	-0,318
	<i>Piper hispidum</i>	18,33	53,85	0,492
	<i>Piper reitzii</i>	24,81	0	-1

IV. Discussão

As famílias vegetais Moraceae, Piperaceae, Solanaceae e Urticaceae são as principais e mais encontradas em trabalhos que abordam a dieta de morcegos frugívoros neotropicais (Muller e Reis 1992, Passos *et al.* 2003, Fábian *et al.* 2008, Brito *et al.* 2010). O predomínio da dieta de *S. lilium* por Solanaceae e de *C. perspicillata* por Piperaceae pode ser um importante mecanismo de partilha de recursos na natureza, permitindo a co-existência das espécies, principalmente em épocas de escassez de recursos (Passos *et al.* 2003).

Com o cálculo do índice de frutificação, foi possível observar diferentes épocas de frutificação das espécies vegetais encontradas, podendo ser uma importante estratégia de oferta de alimento durante o ano, para manutenção de seus dispersores nesta área. Thies e Kalko (2004) argumentam que fatores bióticos são as principais causas da variação de padrões de frutificação, refletindo a competição por espécies dispersoras. Não houve correlação significativa entre os índices de frutificação e as abundâncias dos morcegos, indicando que outros fatores podem ser mais importantes. Em um estudo comparativo entre dieta, oferta de alimento e temperatura do ambiente com a abundância de *S. lilium*, Mello *et al.* (2008) argumentam que a temperatura afeta mais a abundância do morcego, do que a oferta de alimento.

Através do cálculo do índice de seletividade de Ivlev, foi possível observar a importância de *P. hispidum* na dieta de *C. perspicillata* e *S. lilium*. Para *C. perspicillata* é clara a importância de plantas da família Piperaceae, mas para *S. lilium* plantas dessa família representam uma fonte secundária de alimento, visto sua preferência por plantas da família Solanaceae (Muller e Reis 1992, Passos *et al.* 2003, Mello *et al.* 2008, Brito *et al.* 2010). No entanto, não foi acompanhada a fenologia de plantas desta última família, não sendo considerada neste índice de seletividade. Podendo *C. perspicillata* ser mais seletivo para esta família.

Estudos de dieta não somente descritivos são muito importantes para um melhor entendimento de seus mecanismos e padrões ecológicos (Mello 2010). A predominância de espécies de morcegos em diferentes famílias de plantas demonstra um importante mecanismo da partilha trófica, permitindo a co-existência das espécies. Isto é reforçado pelas diferentes épocas de frutificação de seus itens alimentares. O acompanhamento da fenologia de plantas de todas as famílias vegetais se faz necessário para uma melhor compreensão da seletividade dos morcegos por seus itens alimentares.

V. Referências

- Berg, C.C. 1978. Espécies de *Cecropia* da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*, 8(2): 149-182.
- Bonaccorso, F.J. 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences*, 24 (4): 359-408.
- Brito, J.E.C.; Gazarini, J.; Zawadzki, C.H. 2010. Abundância e frugivoria da quiropteroфаuna (Mammalia, chiroptera) de um fragmento no noroeste do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences. Maringá*, 32(3): 265-271.
- Emmons, L.H. e Feer, F. 1997. *Neotropical Rainforest Mammals. A Field Guide*, Second edition. The University of Chicago Press.
- Fabián, M.E.; Rui, A.M.; Waechter, J.L. 2008. Plantas Utilizadas como alimento por Morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae), no Brasil. In: Reis, N.R.; Peracchi, A.L.; Santos, G.A.S.D. (Org.). *Ecologia de Morcegos*. 1 ed. Londrina, 1: 51-70.
- Fleming, T.H. 1982. Foraging Strategies of Plant-Visiting Bats. In: Kunz, T.H. (ed.). *Ecology of Bats*. New York: Plenum Press.
- Fleming, T.H. 1988. *The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*. University of Chicago Press, Chicago, 392 p.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73: 57-74.
- Galindo-González, J.; Guevara, S.; Sosa, V.J. 2000. Bat and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*, 14(6): 1693-1703.
- Geiselman C.K.; Mori, S.A.; Blanchard, F.. 2002. Database of Neotropical Bat/Plant Interactions. http://www.nybg.org/botany/tlobova/mori/batsplants/database/dbase_frameset.htm

- Heithaus, E.R.; Fleming, T.H.; Opler, P.A.. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, Washington, 56: 841-854.
- Herrera, C. M. 1985. Habitat-consumer interactions in frugivorous birds. In: *Habitat selection in birds* (Cody, M. L. Ed.). Academic Press, London. 341-365.
- Howe, H.F. e Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology Systematic*, 13:201-228.
- Ivlev, V.S. 1961. *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale Univ. Press, New Haven.
- Letourneau, D.K. 2004. Mutualism, antiherbivore defense, and trophic cascades: Piper ant-plants as a mesocosm for experimentation. In: Dyer, L.A., e A.D.N. Palmer (eds.). *Piper: a Model Genus for Studies of Phytochemistry, Ecology, and Evolution*. New York: Cluwer Academic / Plenum Publishers, 5–32.
- Lobova, T.A.; Mori, S.A.; Blanchard, F.; Peckham, H.; Charles-Dominique, P. 2003. *Cecropia* as food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American Journal of Botany*, 90: 388-403.
- Marinho-Filho, J.S. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 7: 59-67.
- Mello, M.A.R., Kalko, E.K.V., Silva, W.R., 2008. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera:Phyllostomidae) in a Brazilian montane Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy* 89: 485–492.
- Mello, M.A.R. 2010. On the shoulder of giants: how to go further in the study of bat-plant interactions. *Chiroptera Neotropical*. 16(1): 504-507.
- Morrisson, D.W. 1978. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology* 59 (4): 716-723.

- Muller, M.F. e Reis, N.R. 1992. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (chiroptera, Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 9(3-4): 345-355.
- Nogueira, M.R.; Peracchi, A.L. 2002. The feeding specialization in *Chiroderma doriae* with comments on its conservational implications. *Chiroptera Neotropical* 8(1-2) 143-148.
- Passos, F. C.; Silva, W. R.; Pedro, W. A.; Bonin, M. R. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual de Intervales, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 511-517.
- Pedro, W. A.; Taddei, V. A. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). *Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Santa Teresa*, 6: 3-21.
- Prevost, M.F. 1983. Lês fruits et lês graines dês espèces végétales pionnières de Guyane. *Revue Ecol. (Terre et vie)*, 38: 121-145.
- Terborgh, J. 1986. Community aspects of frugivory in tropical forests, p. 371-384. In: A. ESTRADA & T.H. FLEMING (Eds). *Frugivores and seed dispersal*. Dordrecht, W. Junk Publisher, 392p.
- Thies, W. e Kalko, E.K.V. 2004. Phenology of neotropical pepper plants and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit-bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, Phyllostomidae. *Oikos*, 104: 362–376.
- Willig, M.R.; G.R. Camilo e S.J. Nobile. 1993. Dietary overlap in frugivorous and insectivorous bats from edaphic cerrado habitats of Brazil. *Journal of Mammalogy*, Lawrence, 74(1): 117-128.

CAPÍTULO III: EFEITO DA FRUGIVORIA DE MORCEGOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES

I. Introdução

Frutos e infrutescências carnosas costumam atrair vertebrados frugívoros. Produzindo uma interação que pode beneficiar a planta através da dispersão de suas sementes, descartando-as ou eliminando-as após a ingestão (Fleming 1981, 1986). Em regiões tropicais, aves, morcegos e primatas são considerados os principais dispersores de sementes (Fleming *et al.* 1987). A interação é de extrema importância nestes sistemas tanto que mais de 75% das árvores investem nesta estratégia de dispersão (Fleming *et al.* 1987). Tal investimento seria recompensado por vantagens como diminuir a mortalidade de sementes e plântulas perto da genitora; colonizar novos ambientes e o estabelecimento em microhabitats ideais para o desenvolvimento (Howe e Smallwood 1982).

Um exemplo de planta que investe nesta estratégia é o gênero *Piper* (Piperaceae), que inclui arbustos e árvores pequenas, cujas infrutescências são drupas com pequenas frutas e sementes (Trelease 1950). As espécies de *Piper* têm grande importância ecológica e são consideradas espécies “chave”, dada suas associações com morcegos frugívoros (Jaramillo *et al.* 2001). Da mesma forma, *Cecropia* (Urticaceae) é um dos gêneros característicos do Neotrópico (Berg 1978), que possuem crescimento rápido e são comuns em vegetações secundárias. Numa localidade onde a vegetação está passando por um processo de sucessão, as espécies de *Cecropia* podem ser as mais abundantes (Charles-Dominique 1986, Medellín e Gaona 1999), o que leva a uma grande quantidade de sementes no solo (Whitmore 1983, Lobova *et al.* 2003).

No entanto, a eficiência de um dispersor não depende somente da quantidade de unidades dispersas ou do local em que são depositadas as sementes mas, também, do

tratamento que recebem desde quando são retiradas da planta-mãe até serem depositadas no solo (Schupp 1993). Assim, estudos que avaliam se existe algum efeito do tratamento dado pelo dispersor às sementes têm grande importância no contexto das interações entre animais e plantas, podendo servir de base para posteriores análises ecológicas e até de coevolução (Fleming 1981, 1986).

Muitos estudos relatam o efeito potencial de animais na germinação de sementes, sendo eles: répteis (Benítez-Malvido *et al.* 2003, Castro e Galetti 2004), aves (Meyer e Witmer 1998, Yagihashi *et al.* 2000), primatas (Passos 1997, Stevenson *et al.* 2002, Knogge *et al.* 2005, Otani 2004), Marsupiais (Caceres 2006) e carnívoros (Cypher e Cypher 1999, Traba *et al.* 2006, Alves-Costa e Eterovick 2007). A idéia geral é de que a ingestão de sementes por vertebrados pode estimular sua germinação, através da remoção da polpa, que pode conter substâncias inibitórias à germinação e apresenta maior pressão osmótica, diminuindo a absorção de água pela semente (Yagihashi *et al.* 2000, Lobova *et al.* 2003, Samuels e Levey 2005).

Dada a importância do tratamento submetido às sementes por vertebrados, este trabalho teve o objetivo de analisar e comparar a germinação de sementes de infrutescências consumidas por morcegos após a passagem pelo trato digestório deles com as sementes não passadas pelo trato digestório. E, caso haja diferença, descobrir o mecanismo responsável pelo aumento da germinação das sementes.

Segundo Traveset (1998), sementes de frutos consumidos por vertebrados podem ter sua taxa de germinação aumentada por três motivos, sendo aqui considerados como três hipóteses: (H1) devido à separação da polpa, que pode conter substâncias que inibam ou impossibilitam sua germinação; (H2) por escarificação, físicas ou químicas, feitas às sementes na passagem do trato digestivo quebrando sua dormência; (H3) por alguma substância ou microrganismo presente nas fezes que aumente a taxa de germinação.

II. Material e Métodos

Para testar qual ou quais mecanismos influenciam na germinação das sementes foram criados quatro grupos de tratamentos: (1) sementes obtidas de infrutescências maduras, lavadas com água, chamado de infrutescência limpa (IL); (2) sementes obtidas das mesmas infrutescências, envoltas em polpa, chamado de infrutescência suja (IS); (3) sementes obtidas de fezes, lavadas com água, chamado de fezes limpas (FL); (4) sementes obtidas das mesmas amostras do terceiro grupo, porém envoltas em material fecal, chamado de fezes sujas (FS). Em todos os tratamentos foram realizadas cinco réplicas.

Através da comparação entre sementes germinadas dos tratamentos IS e IL foi testado H1 (Há aumento da germinação de sementes pela separação da poupa e com a semente); para testar H2 (Há aumento da germinação de sementes por escarificações causadas pelos morcegos) foram comparados IL e FL; e para testar H3 (Há aumento de germinação por alguma substância nas fezes dos morcegos) foram comparados FL e FS. Também foram testados os tratamentos das fezes limpas e sujas, entre as diferentes espécies de morcegos, para comparação do efeito causado à germinação pelas espécies. O número final de sementes germinadas foi obtido para cada grupo e, para testar as hipóteses com as amostras pareadas, usou-se o teste de Mann-Whitney (Vieira 2003), através do software PAST®.

Os morcegos foram capturados e identificados conforme exposto no CAPÍTULO I. Após a identificação alguns indivíduos foram acondicionados em gaiolas para a realização dos experimentos. Na mesma noite da captura foram ofertados a estes morcegos frutos de banana (*Musa paradisiaca* L.), para acomodação no ambiente cativo e para defecarem as sementes ingeridas anteriormente às capturas. Após aproximadamente 24 horas da captura, infrutescências maduras de *Piper hispidum* e *Cecropia glaziovii* foram oferecidas aos morcegos. Infrutescências maduras da mesma planta foram utilizadas para controle, nos tratamentos que não passaram pelo trato digestivo dos morcegos. As gaiolas eram vistoriadas

a cada dez minutos para saber se os morcegos estavam comendo a infrutescência e, após comerem, para verificar se haviam defecado. As fezes foram armazenadas em tubos plásticos em lugar protegido da luz e foram colocadas para germinar em, no máximo, 24 horas após a coleta. O cultivo das sementes para germinação foi realizado em placas de Petri forradas com papel filtro e umedecido periodicamente, as placas foram acondicionadas em estufa à temperatura, claridade e umidade ambientes.

III. Resultados

Foram realizadas duas fases com os testes de germinação: a primeira em fevereiro de 2010 com infrutescência de *Piper hispidum* ofertada ao morcego *S. lilium*. E a segunda em março de 2010 com *P. hispidum* ofertada a *C. perspicillata* e *Cecropia glaziovii* ofertada a *A. fimbriatus* e *S. lilium* (Tabela 6.).

As sementes de *P. hispidum*, depois de limpas e separadas de sua polpa germinaram significativamente mais ($p=0,037$) que sementes na presença da polpa, na primeira fase. As sementes limpas das fezes de *S. lilium* também germinaram significativamente mais ($p=0,012$) que as sementes em meio material fecal.

Tabela 6. Valores de p das comparações das amostras pareadas por espécie vegetal. Onde IS corresponde ao tratamento com a infrutescência suja (sementes e polpa), IL infrutescência limpa (somente sementes), FS fezes suja (sementes imersas no material fecal), FL fezes limpas (somente sementes), cp, sl e af, respectivamente, os morcegos *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Artibeus fimbriatus*.

Espécies		IL x FL	IL x FL	IL x FL	(FS x FL)	(FS x FL)	(FS x FL)	FS sl x	FL sl x
Vegetais	IS x IL	cp	IL x FL sl	af	cp	sl	af	FS af	FL af
<i>Piper hispidum</i>	0,037*	-	0,117	-	-	0,012*	-	-	-
<i>Cecropia glaziovii</i>	0,917	-	0,012*	0,037*	-	0,601	0,531	0,012*	0,012*
<i>Piper hispidum</i> 2	0,095	0,21	-	-	0,601	-	-	-	-

*Valores de p significativos

Já as sementes limpas de *C. glaziovii* provenientes das fezes de *S. lilium* e *A. fimbriatus* germinaram significativamente menos ($p=0,012$ e $p=0,037$, respectivamente) que as sementes limpas da infrutescência. Porém, comparando as fezes sujas e limpas destes dois morcegos, as sementes defecadas por *A. fimbriatus* germinaram significativamente mais que *S. lilium* ($p=0,012$ e $p=0,012$, respectivamente).

IV. Discussão

As sementes de *P. hispidum*, depois de limpas e separadas de sua polpa, germinaram mais que sementes na presença da polpa. Tal resultado confirma a hipótese que a polpa inibe a germinação das sementes. Isto se deve provavelmente à grande contaminação por microorganismos observada no tratamento IS de *P. hispidum*, devido ao alto teor de carboidratos da polpa desta infrutescência. Já as sementes limpas das fezes de *S. lilium* foram inibidas quanto à germinação, pela presença do material fecal ou pelo processo digestivo, mas esta germinação ainda foi significativamente maior ($p=0,0472$) que o tratamento da infrutescência com a polpa.

Já as sementes limpas de *C. glaziovii* provenientes das fezes de *A. fimbriatus* germinaram mais que as provenientes de *S. lilium*. Sato *et al.* 2008 demonstram indiferença significativa dos tratamentos dados por *Artibeus* em *Cecropia*. Porém neste estudo foi possível observar que quando comparado com tratamentos dados por outras espécies, *Artibeus* demonstrou sua importância na dispersão de *Cecropia*.

Cypher e Cypher (1999) observaram tanto a inibição quanto o estímulo à germinação, dependendo da espécie dispersora e da espécie vegetal. Benítez-Malvido *et al.* (2003) verificaram que sementes ingeridas por iguanas (*Iguana iguana* (Linnaeus, 1758)) tiveram frequência de germinação significativamente maior do que o grupo controle, assim como Traba *et al.* (2006) constatou com raposas vermelhas (*Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758)). Entretanto há uma predominância de estudos que apontam um efeito neutro do tratamento dado pelo animal (Stevenson *et al.* 2002, Castro e Galetti 2004, Otani 2004, Knogge *et al.* 2005).

Em uma revisão, Traveset (1998) apontou que de um total de 24 estudos realizados sobre o efeito da ingestão por morcegos na frequência de germinação de sementes, 67% mostraram efeito neutro, 25% mostraram aumento na frequência e 8% diminuição. Fleming

et al. (1985) não observaram diferença significativa no tratamento dado por morcegos à germinação de sementes de *Muntingia calabura* L., assim como Sato *et al.* (2008) verificaram com *Cecropia pachystachia* Trécul. Sementes de *Piper multiplinervium* C.DC. consumidas e defecadas por *Carollia brevicauda* (Schinz, 1821) germinaram significativamente mais que as não consumidas (Lopez e Vaughan 2004). Já as sementes de *Piper arboreum* Aubl. defecadas por *C. perspicillata* não tiveram diferenças na germinação quando comparadas ao grupo controle (Bizerril e Raw 1998).

Estudos de germinação de sementes por vertebrados podem ser mais detalhados pela metodologia aqui apresentada e testada. Isto abre um novo espectro para estudos dos mecanismos envolvidos no aumento da germinação de sementes de frutos consumidos por vertebrados. Assim estudos acerca do tema tornam-se necessários para a prática de ações que visem à restauração de áreas degradadas, conexão de fragmentos florestais, assim como o manejo que vise à conservação (Mikich *et al.* 2003, Mello 2010).

Esse estudo demonstrou a importância da separação da polpa da semente em infrutescências de *Piper hispidum*, não só pela retirada de substâncias inibitórias, mas também pelo aumento da propensão de infestação de microorganismo na presença da polpa. Também cabe destacar a importância de *A. fimbriatus* na dispersão de *C. glaziovii*, sendo a interação entre esses gêneros destacada em muitos estudos (Whitmore 1983, Lobova *et al.* 2003, Prevost 1983).

V. Referências

- Alves-Costa, C.P.; Eterovick, P.C. 2007. Seed dispersal services by coatis (*Nasua nasua*, Procyonidae) and their redundancy with other frugivores in southeastern Brazil. *Acta Oecologica*, 32: 77-92.
- Benítez-Malvido, J.; Tapia, E.; Suazo, I.; Villaseñor, E.; Alvarado, J. 2003. Germination and seed damage in tropical dry forest plants ingested by iguanas. *Journal of Herpetology*, 37(2): 301-308
- Berg, C.C. 1978. Espécies de *Cecropia* da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*, 8(2): 149-182.
- Bizerril, M.X.A.; Raw, A. 1998. Feeding behavior of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 14(1): 109-114.
- Caceres, N.C. 2006. O papel dos marsupiais na dispersão de sementes. In: Cáceres, N.C. e Monteiro-Filho, E.L.A. (Eds.), *Os marsupiais do Brasil. Biologia, Ecologia e Evolução*. Editora UFMS, Campo Grande, 255-269.
- Castro, E.R.; Galetti, M. 2004. Frugivoria e dispersão de sementes pelo lagarto teiú *Tupinambis merianae* (Reptilia: Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 44(6): 91-97.
- Charles-Dominique, P. 1986. Inter-relations between Frugivorous Vertebrates and Pioneer Plants: *Cecropia*, Birds and Bats in French Guiana. In: Estrada, A. e Fleming, T.H. (eds.), *Frugivores and Seed Dispersal*. Dordrecht, W. Junk Publishers, 119-134.
- Cypher, B.L.; Cypher, E.A. 1999. Germination rates of tree seeds ingested by coyotes and raccoons. *American Midland Naturalist Journal*, 142: 72-76.
- Fleming, T.H. 1981. Fecundity, fruiting, and seed dispersal in *Piper amalago* (Piperaceae), a bat-dispersed tropical shrub. *Oecologia*, 51: 42-46.

- Fleming, T.H.; Williams, C.F.; Bonaccorso, F.J.; Herbst, L.H. 1985 .Phenology, seed dispersal, and colonization of *Muntingia calabura*, a Neotropical pioneer tree. *American Journal of Botany*, 72(3): 383-391.
- Fleming, T.H. 1986. Opportunism versus Specialization: the Evolution of Feeding Strategies in Frugivorous Bats. pp. 105-118, In: Estrada, A. e T. H. Fleming (eds.), *Frugivores and Seed Dispersal*. Dordrecht, W. Junk Publishers.
- Fleming, T.H.; Breitwisch, R.; Whitesides, G.H. 1987. Paterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 91-109.
- Howe, H.F. e Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology Systematic*, 13: 201-228.
- Jaramillo, M.A.; Manos, P. S. 2001. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (Piperaceae). *American Journal of Botany*, 88(4):706-716.
- Knogge, C.; Herrera, E.R.T.; Heymann, E.W. 2005. Effects of passage trough Tamarin guts on the germination potential of dispersed seeds. *International Journal of Primatology*, 24(5): 1121-1128.
- Lobova, T.A.; Mori, S.A.; Blanchard, F.; Peckham, H.; Charles-Dominique, P. 2003. *Cecropia* as food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American Journal of Botany*, 90: 388-403.
- Lopez, J.E.; Vaughan, C. 2004. Observations on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rican secondary humid forests. *Acta Chiropterologica*, 6(1): 111-119.
- Medellín, R.A.; O. Gaona. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica*, 31(3): 478-485.
- Mello, M.A.R. 2010. On the shoulder of giants: how to go further in the study of bat-plant interactions. *Chiroptera Neotropical*. 16(1): 504-507.

- Meyer, G.A.; Witmer, M.C. 1998. Influence of seed processing by frugivorous birds on germination success of three North American shrubs. *American Midland Naturalist Journal*, 140: 129-139.
- Mikich, S.B.; Bianconi, G.V. ; Maia, B.H.L.N.S. ; Teixeira, S.D. 2003. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. *Journal of Chemical Ecology*, 29: 2379-2383.
- Otani, T. 2004. Effects of macaque ingestion on seed destruction and germination of a fleshy-fruited tree, *Eurya emarginata*. *Ecological Research*, 19: 495-501.
- Passos, F.C. 1997. Seed Dispersal By Black Lion Tamarin, *Leontopithecus chrysopygus* (Callitrichidae), In Southeastern Brazil. *Mammalia*, 61(1): 109-111.
- Prevost, M.F. 1983. Lês fruits et lês graines dês espèces végétales pionnières de Guyane. *Revue Ecol. (Terre et vie)*, 38: 121-145.
- Samuels, I.A.; Levey, D.J. 2005. Effects of gut passage on seed germination: do experiments answer the question they ask? *Functional Ecology*, 19: 365-368.
- Sato, T.M.; Passos, F.C.; Nogueira, A.C. 2008. Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachia* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 48(3): 19-26.
- Schupp, E.W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio*, 107/108: 15-29.
- Stevenson, P.R.; Castellanos, M.C.; Pizarro, J.C.; Garavito, M. 2002. Effects of seed dispersal by three Ateline monkey species on seed germination at Tinigua National Park, Colombia. *International Journal of Primatology*, 23(6): 1187-1204.
- Traba, J.; Arrieta, S.; Herranz, J.; Clamagirand, M.C. 2006. Red fox (*Vulpes vulpes* L.) favour seed dispersal, germination and seedling survival of Mediterranean Hackberry (*Celtis australis* L.). *Acta Oecologica*, 30: 39-45.

- Traveset, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspectives in Plant ecology, evolution and systematics*, 1/2: 151-190.
- Trelease, W. 1950. *The Piperaceae of Northern South America*. University of Illinois Press, Urbana.
- Viera, S. 2003. *Bioestatística: tópicos avançados*. Elsevier, Rio de Janeiro. 216p.
- Whitmore, T.C. 1983. Secondary succession from seeds in tropical rain forests. *Forestry Abstract*, 44: 767-779.
- Yagihashi, T.; Hayashida, M.; Miyamoto, T. 2000. Inhibition by pulp juice and enhancement by ingestion on germination of bird-dispersed *Prunus* seeds. *Journal of Forest Research*, 5: 213-215.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo no PEPM demonstrou que a Serra do Mar paranaense é um ambiente rico e diverso em relação à quiropterofauna. Sendo um importante ponto na distribuição de muitas espécies. Cabe ressaltar que a metodologia empregada é um importante fator para a comparação entre comunidades de morcegos.

O estudo da dieta não foi somente descritivo, pois abordou correlação e seletividade de plantas consumidas por morcegos. Houve predomínio de espécies de morcegos em diferentes famílias de plantas, demonstrando um importante mecanismo da partilha trófica, permitindo a co-existência das espécies. Sendo a frutificação de planta quiropterocóricas, em diferentes épocas, fundamental para esta partilha. É importante destacar que o acompanhamento da fenologia de todas as plantas presentes na dieta dos frugívoros é necessário para uma melhor compreensão da seletividade dos morcegos por seus itens alimentares.

O teste de germinação demonstrou a importância de estudos como este para maior compreensão dos benefícios da dispersão de sementes para plantas quiropterocóricas. Através do aumento significativo da germinação de sementes de *Piper hispidum*, não só pela retirada de substâncias inibitórias por *C. perspicillata*, mas também pelo aumento da propensão de infestação de microorganismo na presença da polpa. Também cabe destacar a importância de *A. fimbriatus* na dispersão de *C. glaziovii*. Estas interações são muito destacadas em muitos estudos, sendo o aumento da germinação de sementes um importante agente na coevolução entre esses grupos.

Assim reforça-se aqui a necessidade de mais e maiores esforços de campo no sentido de amostrar a biodiversidade da Serra do Mar. Com base nesses dados que se torna possível

elaborar propostas de conservação embasadas em diagnósticos robustos acerca da biodiversidade, de interações ecológicas e da coevolução.

ANEXO I

Espécimes de morcegos coletados no período de janeiro de 2009 a agosto de 2010 no Parque Estadual do Pico Marumbi, Paraná, depositados na Coleção Científica de Mastozoologia do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (DZUP).

Espécies	Número Tombo									
<i>Anoura caudifera</i>	820	1233	1234	1241	1245	1284	1286	1324		
<i>Anoura geoffroyi</i>	819	1244	1246	1247	1248	1285	1298	1311	1312	
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1235	1236	1249	1260	1316					
<i>Artibeus obscurus</i>	1293	1317	1325							
<i>Carollia perspicillata</i>	801	802	803	804	805	806	1261	1262	1263	
	1264	1265								
<i>Chrotopterus auritus</i>	1302									
<i>Diphylla ecaudata</i>	1319	1320	1321	1322						
<i>Eptesicus diminutus</i>	1299	1300	1301							
<i>Eptesicus furinalis</i>	1239	1257	1297							
<i>Molossus molossus</i>	807	808	809	810	1254	1266	1267	1268	1269	
	1270	1271	1272	1303	1304					
<i>Molossus rufus</i>	800									
<i>Myotis levis</i>	1230	1231	1318							
<i>Myotis nigricans</i>	813	814	815	816	817	818	1228	1229	1237	
	1238	1242	1243	1255	1256	1258	1259	1294	1295	
	1296	1313	1314	1323						
<i>Platyrrhinus recifinus</i>	1232	1253	1326							
<i>Sturnira lilium</i>	821	822	1227	1276	1277	1278	1279	1280	1281	
<i>Sturnira tildae</i>	1240	1250	1282	1283						
<i>Tadarida brasiliensis</i>	1273	1274	1275	1305	1306	1307	1308	1309	1310	
<i>Trachops cirrosus</i>	811	812								